



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

# STATICKÉ ŘEŠENÍ DÍLČÍCH ČÁSTÍ NOSNÉ ŽB KONSTRUKCE

STATIC SOLUTION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

Michal Konečný

AUTHOR

## VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2017



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Michal Konečný
Název	Statické řešení dílčích částí nosné ŽB konstrukce
Vedoucí práce	Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

---

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy, geologie

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura: na základě doporučení vedoucím práce

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro vícepodlažní železobetonový objekt navrhnete část jeho nosné konstrukce.

Provedte statické řešení a dimenzování vybraných prvků: stropní konstrukce nad 1PP - deska a průvlaky v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu provedte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

## **ABSTRAKT**

Práce se zabývá statickým řešením křížem vyztužené spojitě monolitické železobetonové desky ubytovacího objektu. Konstrukce je navržena a posouzena v souladu s ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

křížem vyztužená monolitická železobetonová deska, ztužující trám

## **ABSTRACT**

The thesis deals with structural solution of continuous reinforced concrete slab of accommodation building. The constructure is designed assessed for ultimate limit state according with ČSN EN 1992-1-1: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.

## **KEYWORDS**

two way cast-in-place reinforced slab, cross beam

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Michal Konečný *Statické řešení dílčích částí nosné ŽB konstrukce*. Brno, 2017. 37 s., 161 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2017

---

Michal Konečný  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych tímto poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Ivaně Švaříčkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, poskytnutý čas a pomoc při tvorbě této práce.

## **OBSAH ČÁSTÍ BP PODLE ZADÁNÍ**

Úvod .....	9
Textová část .....	10
Závěr .....	29
Seznam použitých zdrojů .....	30
Seznam obrázků .....	31
Seznam tabulek .....	32
Seznam zkratek.....	33
Seznam příloh .....	37



# ÚVOD

Předmětem bakalářské práce je statické řešení vybraných dílčích částí železobetonové monolitické konstrukce. Jedná se o objekt ubytovacího zařízení. V bakalářské práci je zpracován návrh výztuže stropní desky nad 1NP a ztužujících trámů. Vnitřní síly jsou vypočítány v programu Dlubal RFEM 5.06. Výsledky vypočtené programem jsou částečně ověřeny ručním výpočtem. V rámci práce je zpracován výkres tvarů, návrh výztuže a výkresy výztuže vybraných dílčích částí železobetonové konstrukce.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

# STATICKÉ ŘEŠENÍ DÍLČÍCH ČÁSTÍ NOSNÉ ŽB KONSTRUKCE

STATIC SOLUTION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

## TEXTOVÁ ČÁST

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Konečný

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2017

## OBSAH ČÁSTI

1	Základní údaje o projektu.....	13
2	charakteristika konstrukčního řešení .....	13
2.1	Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby.....	13
2.2	Základové konstrukce .....	13
2.3	Svislé konstrukce .....	13
2.4	Vodorovné konstrukce.....	13
2.5	Schodiště.....	14
3	Materiály .....	14
3.1	Beton C25/30 – XC3 – Cl 0,1 – D <sub>max</sub> 16 – S3.....	14
3.2	Betonářská výztuž .....	14
4	Technologie provádění.....	15
4.1	Bednění .....	15
4.2	Vyztužení .....	15
4.3	Betonáž.....	15
5	výpočet.....	16
5.1	Model konstrukce .....	16
5.1.1	Model A.....	16
5.1.2	Model B.....	16
6	Zatížení .....	17
6.1	Stálé zatížení.....	17
6.1.1	Vlastní tíha konstrukce + ostatní stálé zatížení .....	17
6.2	Proměnné zatížení .....	18
6.2.1	Užitné zatížení .....	18
6.2.1.1	Plné zatížení.....	18
6.2.1.2	Šach 1.....	18
6.2.1.3	Šach 2.....	18
6.2.1.4	Šach 3.....	19
6.2.1.5	Šach 4.....	19
6.2.1.6	Šach 5.....	19
6.2.1.7	Šach 6.....	19
7	Výsledky .....	20
7.1	Návrhové momenty ve směru X při spodním povrchu desky.....	20
7.2	Návrhové momenty ve směru Y při spodním povrchu desky.....	21
7.3	Návrhové momenty ve směru X při horním povrchu desky. ....	22
7.4	Návrhové momenty ve směru Y při horním povrchu desky. ....	23

8	RUČNÍ VÝPOČET.....	24
8.1	Porovnání s výsledky z programu Dlubal RFEM 5.06.....	25
9	Návrh výztuže .....	28

## 1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PROJEKTU

Stavba se nachází v zastavěné části obce Pelhřimov. Pozemek je z části stávající parkoviště v areálu Beachwell a z části zpevněný východní svah. Na pozemku se v současné době nenachází žádná stavba. Stavba bude realizována na pozemku parc. č. 2983/2, k.ú. Pelhřimov.

## 2 CHARAKTERISTIKA KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

### 2.1 Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby

Předmětem projektu je ubytovací zařízení v areálu BeachWell. Stavba je pravidelného obdélníkového tvaru s plochou střechou, se třemi nadzemními podlažími. Celkové půdorysné rozměry stavby jsou 29,25 x 6,00 m. Stavba je členěna na dvě části, provozně propojena konstrukcí ocelového schodiště. Konstrukční výška 1NP je 3 070 mm, konstrukční výška 2NP a 3NP je 2 980 mm. První nadzemní podlaží je částečně otevřené a slouží jako parkovací stání. Vstup do objektu je z venkovního přistavěného schodiště.

### 2.2 Základové konstrukce

Stavba je založen na železobetonových patkách a pasech. Rozměry a poloha základových konstrukcí podle výkresu základů. Materiál základů C20/25. Základová spára v úrovni 1000 mm pod terénem. Do všech základových konstrukcí bude provedena výztuž pro navázání konstrukce stěn a sloupů.

### 2.3 Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce 1NP jsou navrženy z monolitického železobetonu, tloušťky 300 mm. Nosné konstrukce 2NP a 3NP jsou navrženy z monolitického železobetonu, tloušťky 200 mm. Materiál C25/30. Vyztužení je navrženo z žebírkové betonářské výztuže B500B. Výztuž bude provedena v souladu se statickým výpočtem a výkresy výztuže.

Mezipokojové příčky jsou navrženy z keramických tvarovek Porotherm 19 AKU, ostatní příčky jsou navrženy z pórobetonových bloků Ytong.

### 2.4 Vodorovné konstrukce

Vodorovné konstrukce jsou navrženy z monolitického železobetonu o tloušťce 120 mm, doplněny ztužujícími trámy v příčném směru. Na spodním líci desky mezi trámy T1-T2 a T2-T3 je navržený podhled z CETRIS desek.

Zadaná deska pro posouzení a návrh výztuže se nachází nad 1NP. Prostor pod konstrukcí stropu nad 1NP je otevřený a je navržen jako parkovací stání. Deska je částečně podepřena stěnami v úrovni 1NP a částečně železobetonovými průvlaky, které jsou monoliticky spojeny s nosnými stěnami 2NP a 3NP. Tvoří tak stěnový nosník. Stropní konstrukce je rozdělena do pěti polí ztužujícími trámy. Stěnové nosníky a ztužující trámy lze považovat za nepoddajně podepřené – viz příloha B) Statický výpočet. Navržená tloušťka desky podle statického výpočtu 120 mm, rozměry trámů 500 x 300 mm, průvlak 600 x 300 mm. Nosné i konstrukční vyztužení desek a trámů bude zajištěno betonářskou výztuží B500B v souladu se statickým výpočtem a výkresy výztuže. První pracovní spára je navržena v úrovni spodního líce průvlaků, druhá pracovní spára je navržena v úrovni horního líce stropní desky.

## 2.5 Schodiště

Schodiště je navrženo jako venkovní přistavěné ocelové.

## 3 MATERIÁLY

### 3.1 Beton C25/30 – XC3 – CI 0,1 – D<sub>max</sub>16 – S3

Konstrukce stropu je navržena z betonu vyrobeného podle ČSN EN 206-1.

$$f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25,00}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk\,0,05} = 1,80 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk\,0,05}}{\gamma_c} = 1,00 \cdot \frac{1,80}{1,5} = 1,20 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 31,00 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$

Stupeň vlivu prostředí	XC3
Obsah chloridů:	CI0,1
Maximální zrno kameniva:	D <sub>max</sub> 16
Konzistence:	S3

### 3.2 Betonářská výztuž

Betonářská výztuž žebírková z oceli třídy B500B.

$$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500,00}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_s = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,78}{200 \cdot 10^3} = 2,17 \text{ ‰}$$

## 4 TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ

### 4.1 Bednění

Bednění musí být dostatečně tuhé a musí být provedeno tak, aby bylo dosaženo předepsaného tvaru konstrukcí a geometrické odchylky, aby výsledné konstrukce nepřekročily povolené limity odchylky od navrženého tvaru konstrukce. Odbednění nesmí proběhnout dříve, než beton dosáhne dostatečné pevnosti pro přenos uvažovaných namáhání. Tato pevnost je stanovena jako 70 % konečné předepsané krychelné pevnosti po 28 dnech tvrdnutí za normálních podmínek.

Montáž i demontáž bednění musí být provedena v souladu s technologickým manuálem dodavatele bednění. Nutné dostatečné zabezpečit bednění jako celku i jednotlivé jeho části proti uvolnění, posunutí, vybočení nebo zborcení.

### 4.2 Vyztužení

Výztuž musí být provedena v souladu se statickým výpočtem a výkresy výztuže. Nutné kontrolovat: druh oceli, průměr jednotlivých prutů, délky a tvary prutů, počet prutů, čistotu výztuže, správné stykování, umístění výztuže podle výkresů výztuže.

Z důvodu minimálního rozdílu průběhu vnitřních sil a shodné geometrii trámů T1 a T2. jsou oba trámy shodně vyztuženy podle P2.04 Výkres výztuže trámů T1, T2. podélná výztuž je podle statického výpočtu shodná u obou trámů, smyková výztuž (třmínky) je navržena podle statického výpočtu trámu T2, který je více namáhaný. Trám T1 tak bude vyztužen více oproti nutnému vyztužení.

Pro veškerou výztuž musí být zabezpečeno krytí betonovou vrstvou podle statického výpočtu. K zajištění krycí betonové vrstvy budou použity distanční podložky. Výztuž desky D1 při horním povrchu je nutné zajistit ve správné výškové úrovni. Zajištění polohy výztuže bude provedeno distančními lištami.

### 4.3 Betonáž

Betonová směs bude dopravena z betonárny pomocí autodomíchávačů na staveniště. Betonáž bude probíhat pomocí čerpadla na betonovou směs. Beton nesmí být ukládán z výšky větší 1,5 m, tak aby nedošlo k porušení nebo posunutí výztuže. Musí být zajištěno dostatečné hutnění betonové směsi pomocí ponorného vibrátoru a vibračních latí. Betonáž nesmí probíhat za teplot nižších než 5°C. Čerstvý beton je nutné ošetřovat kropením po dobu 3 až 5 dnů.

## 5 VÝPOČET

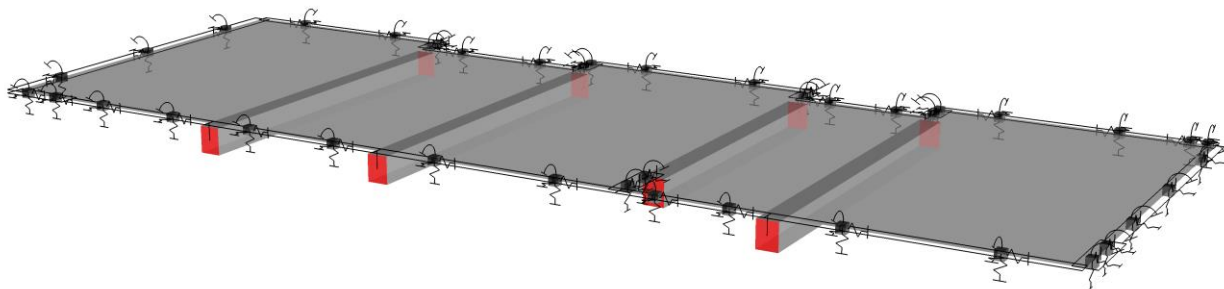
Výpočet stropní konstrukce je primárně proveden výpočetním programem Dlubal RFEM 5.06. Výpočet je založen na principu Metody konečných prvků. Výpočet je ověřen zjednodušující metodou pro řádovou kontrolu vnitřních sil a vyloučení hrubé chyby při výpočtu.

### 5.1 Model konstrukce

Konstrukce byla idealizována jako 2D model. Pro bližší porozumění výpočetnímu programu byly zpracovány dvě varianty modelu konstrukce. Stropní deska je spojitá po obvodě podepřená. Deska je rozdělena do pěti polí ztužujícími trámy. Podle ověření poddajnosti ztužujících trámů [3], lze desková pole považovat jako nepoddajně podepřená. Oba modely byly shodně zatíženy, viz kapitola 6 tohoto dokumentu. Pro návrh a posouzení výztuže jsou použity výsledky vypočtené na modelu A, který více vystihuje skutečnou konstrukci.

#### 5.1.1 Model A

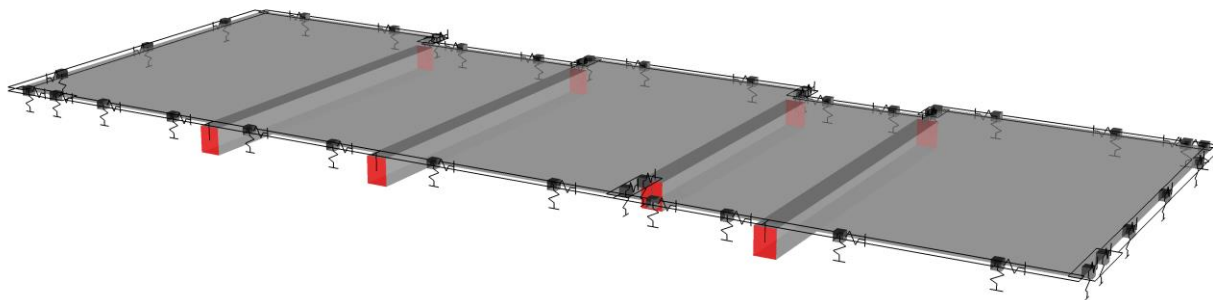
Vlastní deska je modelována prvkem typu plocha tloušťky 120 mm. Ztužující trámy jsou modelovány jako prutový prvek typu žebro, umožňuje zohlednit spolupůsobící šířku trámů a desky. Deska je po obvodě podepřená liniovou podporou typu stěna – **částečné vetknutí**. Délka konečných prvků 200 mm. Pro výpočet byl použit lineární výpočet.



Obr. 5.1 Model A – liniově podepřená deska – částečné vetknutí

#### 5.1.2 Model B

Vlastní deska je modelována prvkem typu plocha tloušťky 120 mm. Ztužující trámy jsou modelovány jako prutový prvek typu žebro, umožňuje zohlednit spolupůsobící šířku trámů a desky. Deska je po obvodě podepřená liniovou podporou typu stěna – **kloub**. Délka konečných prvků 200 mm. Pro výpočet byl použit lineární výpočet.



Obr. 5.2 Model B – liniově podepřená deska – kloubové uložení



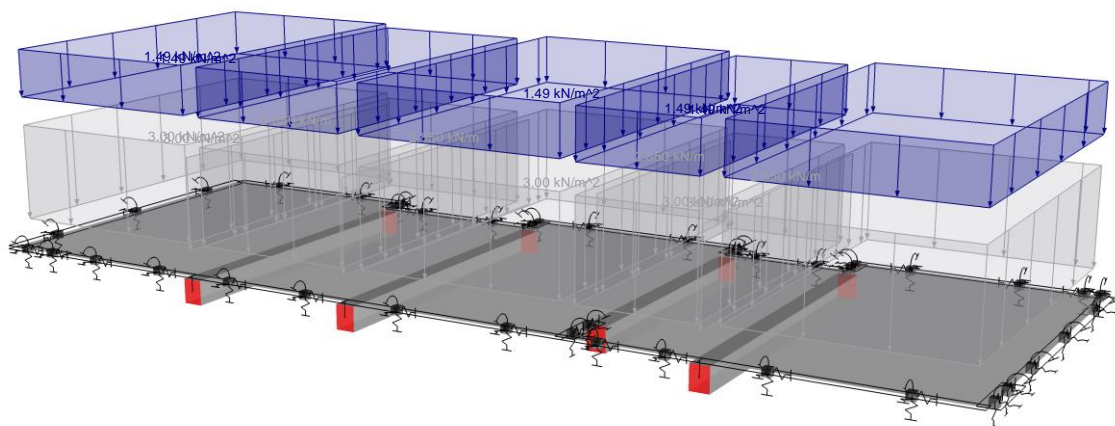
## 6 ZATÍŽENÍ

Veškeré zatížení stropní konstrukce je podrobně vypočítáno v příloze P.3 Statický výpočet.

### 6.1 Stálé zatížení

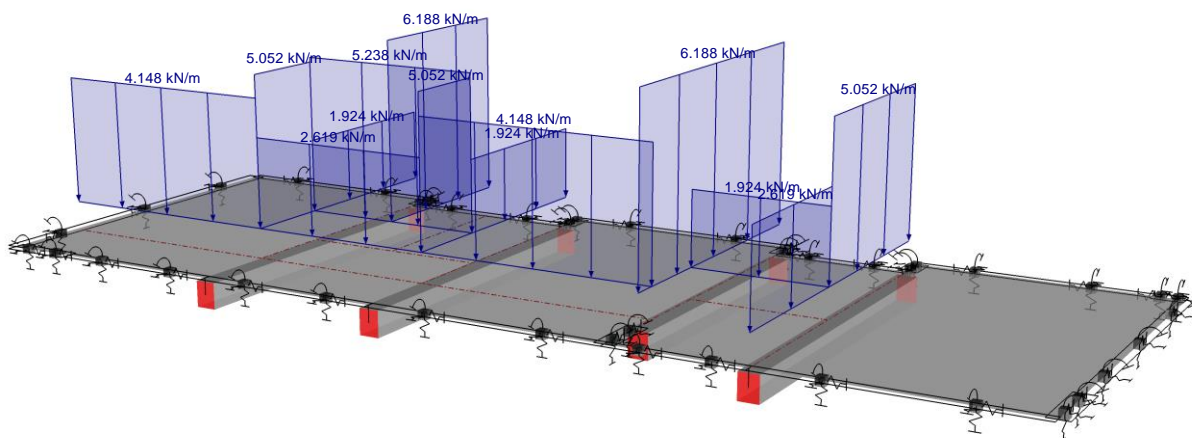
#### 6.1.1 Vlastní tíha konstrukce + ostatní stálé zatížení

Vlastní tíha konstrukce je při výpočtu generována automaticky podle zadaných rozměrů konstrukce programem Dlubal RFEM 5.06. Ostatní stálé zatížení je vypočteno na základě podkladů projektové dokumentace viz příloha P.1 Použité podklady. Objemové tíhy materiálu podle ČSN EN 1991 – 1 – 1. Pokud je materiál v projektu přesně definován, je použita objemová tíha podle technického listu od výrobce. Pro výpočet zjednodušující ruční metodou je ručně spočítána vlastní tíha železobetonové konstrukce.



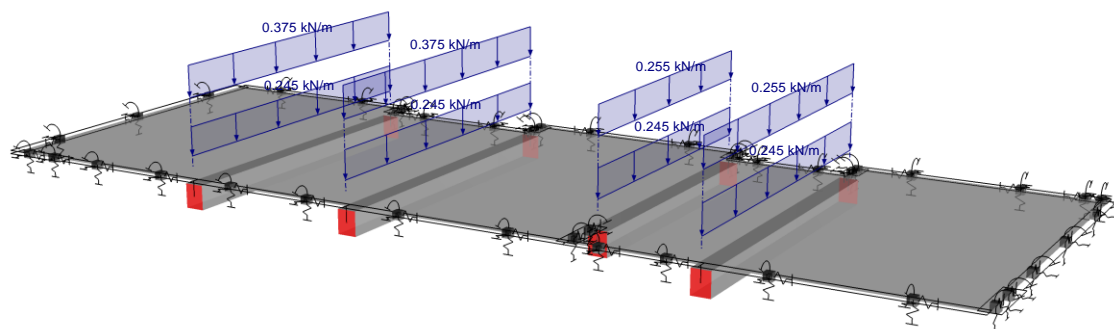
Obr. 6.1 Stálé zatížení: Vlastní tíha + Ostatní stálé zatížení

Příčky jsou uvažovány jako nepřemístitelné. Pro výpočet programem RFEM jsou příčky modelovány jako liniové zatížení. Poloha příček podle projektové dokumentace viz příloha P1. Použité podklady. Z důvodu zahrnutí zatížení příčkami do výpočtu zjednodušenou ruční metodou je tíha příček přepočtena na plošné zatížení.



Obr. 6.2 Stálé zatížení: příčky

Na spodním líci konstrukce mezi trámy T1-T2 a trámy T3-T4 je zavěšený podhled z CETRIS desek.



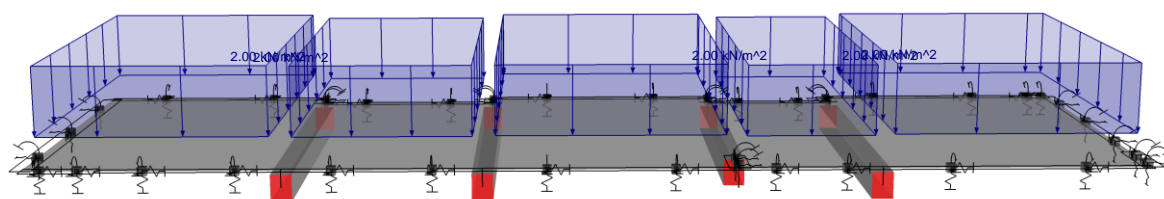
Obr. 6.3 Stálé zatížení: CETRIS pohled a skladba trámů

## 6.2 Proměnné zatížení

### 6.2.1 Užité zatížení

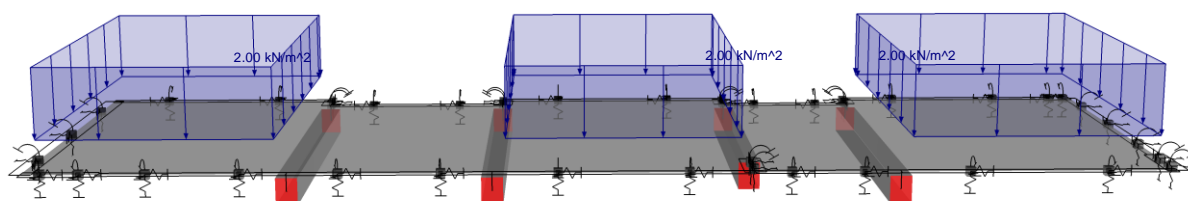
Užitné zatížení podle ČSN EN 1991-1-1 [6]. Kategorie užitných zatížení A – Obytné plochy. Užitné zatížení je uvažováno jako plné – zatížena jsou všechna pole a šachovnicové pro získání maximálních momentů v poli a nad podporou.

#### 6.2.1.1 Plné zatížení



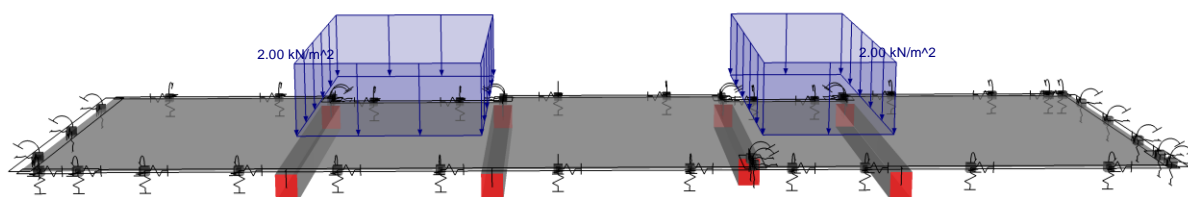
Obr. 6.4 Užité zatížení – plné

#### 6.2.1.2 Šach 1



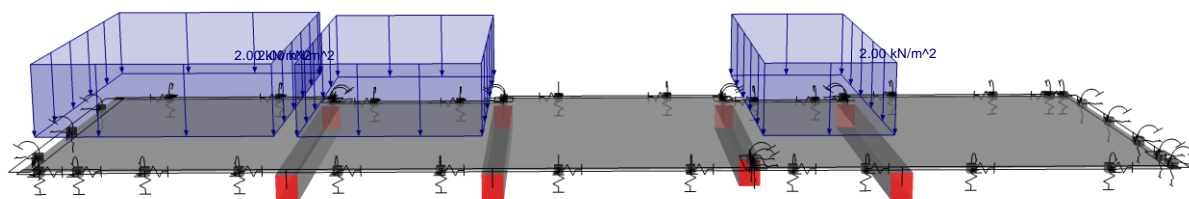
Obr. 6.5 Užité zatížení – šach 1

#### 6.2.1.3 Šach 2



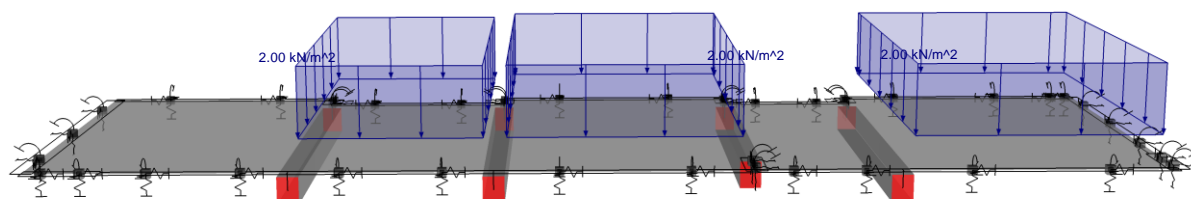
Obr. 6.6 Užité zatížení – šach 2

#### 6.2.1.4 Šach 3



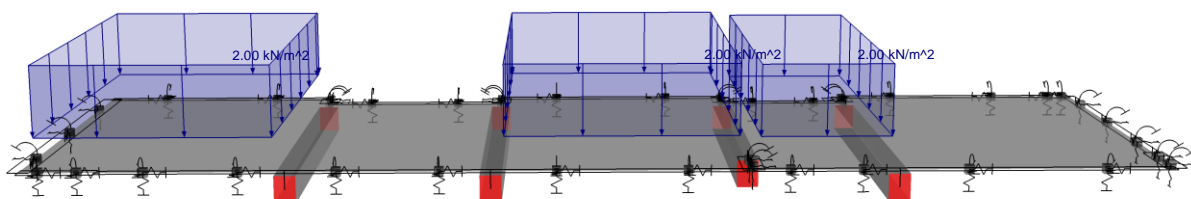
Obr. 6.7 Užité zátížení – šach 3

#### 6.2.1.5 Šach 4



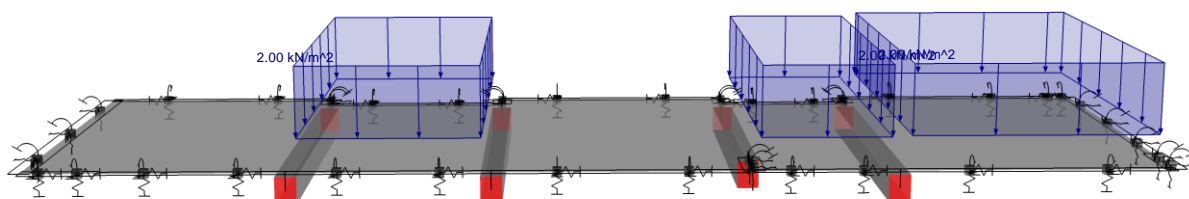
Obr. 6.8 Užité zátížení – šach 4

#### 6.2.1.6 Šach 5



Obr. 6.9 Užité zátížení – šach 5

#### 6.2.1.7 Šach 6



Obr. 6.10 Užité zátížení – šach 6

## 7 VÝSLEDKY

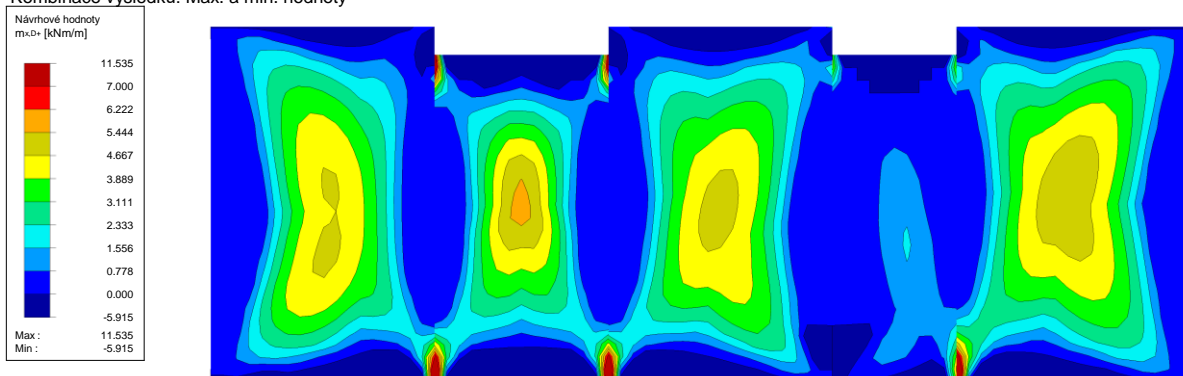
Pro porovnání výsledků vypočítaných na modelu A a modelu B jsou níže uvedeny průběhy izoploch návrhových momentů desky při spodním a horním povrchu ve směru X a ve směru Y. Pro návrh výztuže jsou použity výsledky vypočítané na modelu A.

### 7.1 Návrhové momenty ve směru X při spodním povrchu desky.

#### Model A – $m_{x,D+}$ [kN/m]

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b  
Plochy Návrhové vnitřní síly  $m_{x,D,+}$   
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Ve směru Z

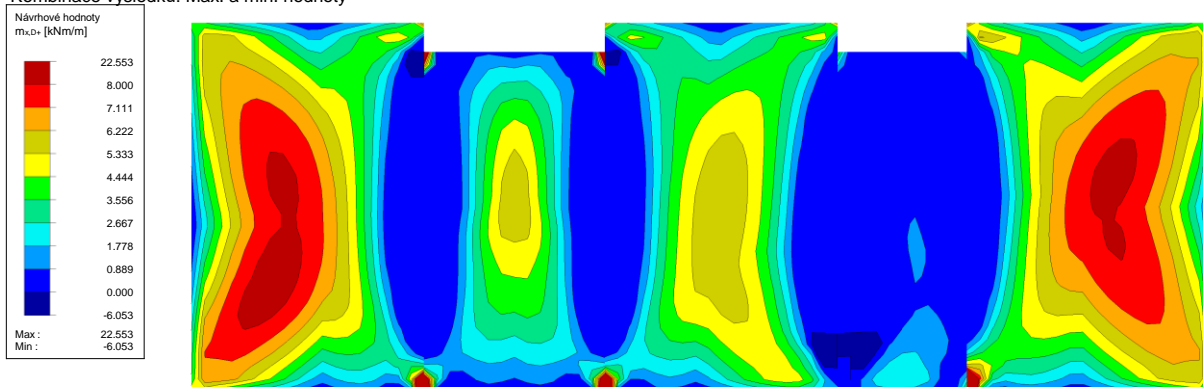


Obr. 7.1 Návrhové momenty ve směru X při spodním povrchu desky – model A

#### Model B – $m_{x,D+}$ [kN/m]

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b  
Plochy Návrhové vnitřní síly  $m_{x,D,+}$   
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Ve směru Z



Obr. 7.2 Návrhové momenty ve směru X při spodním povrchu desky – model B

Z průběhu izoploch návrhových momentů při spodním povrchu desky ve směru x (podélný směr) je patrné, že u modelu B (kloubové uložení) jsou větší momenty v polích. Tento rozdíl je očekávaný vzhledem k daným typům podpor.

## 7.2 Návrhové momenty ve směru Y při spodním povrchu desky.

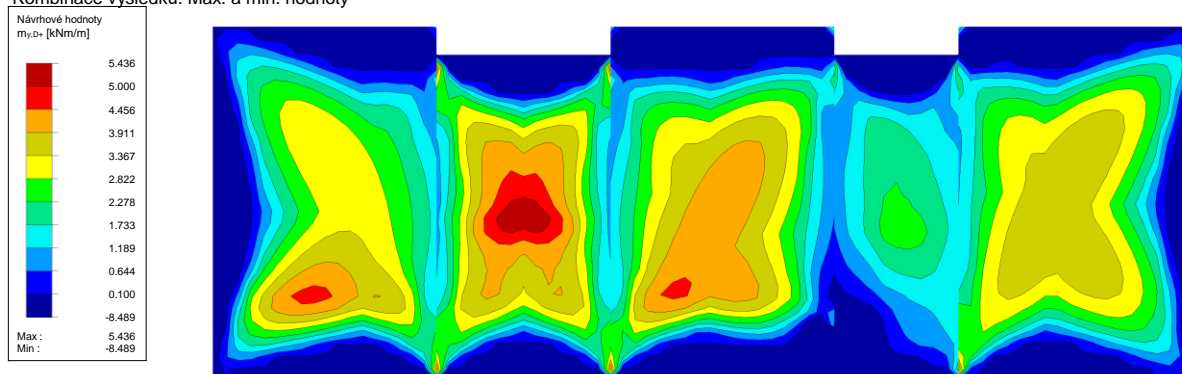
### Model A – $m_{y,D+}$ [kN/m]

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b

Ve směru Z

Plochy Návrhové vnitřní síly  $m_{y,D+}$

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Obr. 7.3 Návrhové momenty ve směru Y při spodním povrchu desky – model A

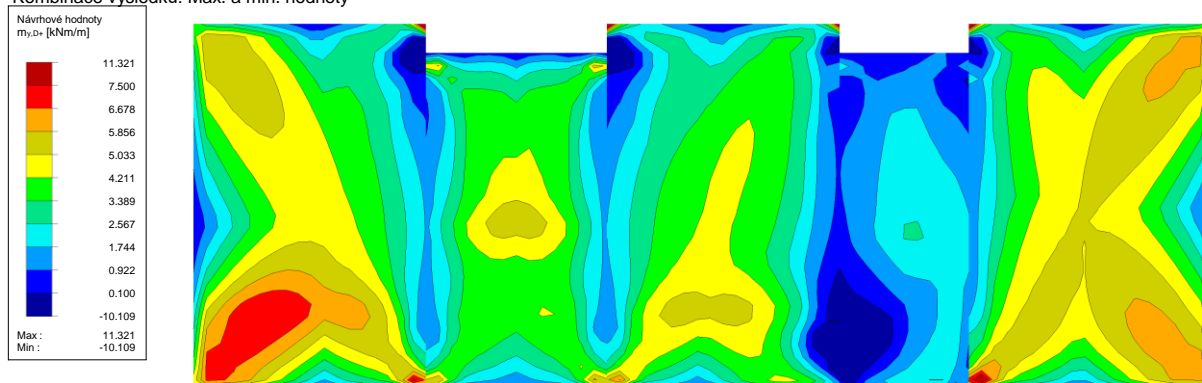
### Model B – $m_{y,D+}$ [kN/m]

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b

Ve směru Z

Plochy Návrhové vnitřní síly  $m_{y,D+}$

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Obr. 7.4 Návrhové momenty ve směru Y při spodním povrchu desky – model B

Z průběhů izoploch návrhových momentů při spodním povrchu desky ve směru Y (příčný směr) je zřejmý rozdílný průběh momentů v jednotlivých polích. U modelu A jsou extrémní momenty uprostřed polí, zatímco u modelu B jsou extrémní hodnoty u polí 1 a 5 v rozích. Tento rozdíl je způsoben kroutícími momenty. U modelu B jsou rovněž větší hodnoty momentů při spodním povrchu desky.

## 7.3 Návrhové momenty ve směru X při horním povrchu desky.

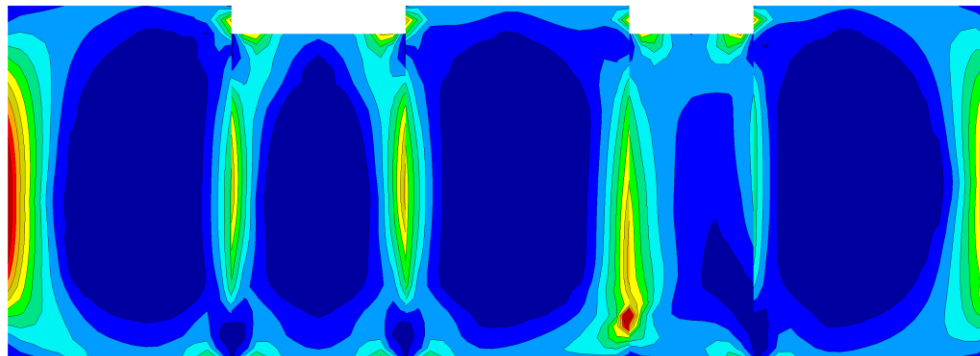
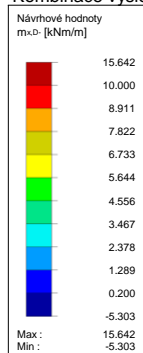
### Model A – $m_{x,D}$ [kN/m]

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b

Ve směru Z

Plochy Návrhové vnitřní síly  $m_{x,D}$ ,-

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Obr. 7.5 Návrhové momenty ve směru X při horním povrchu desky – model A

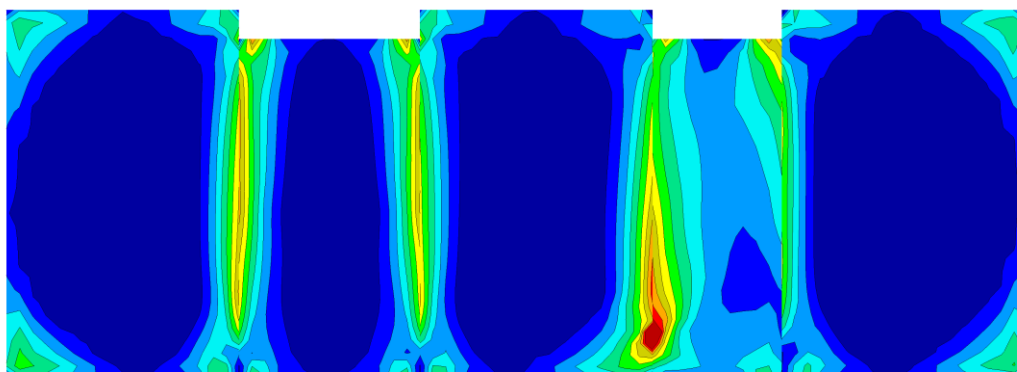
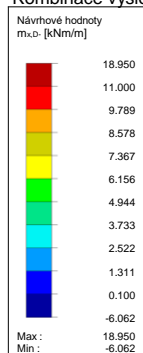
### Model B – $m_{x,D}$ [kN/m]

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b

Ve směru Z

Plochy Návrhové vnitřní síly  $m_{x,D}$ ,-

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Obr. 7.6 Návrhové momenty ve směru X při horním povrchu desky – model B

U modelu A jsou výrazné momenty u vetknutých okrajů desky, zatím co u modelu B je možné vidět vznikající kroutící momenty v rozích jednotlivých polí desky. Momenty nad ztužujícími trámy se výrazně neliší.

## 7.4 Návrhové momenty ve směru Y při horním povrchu desky.

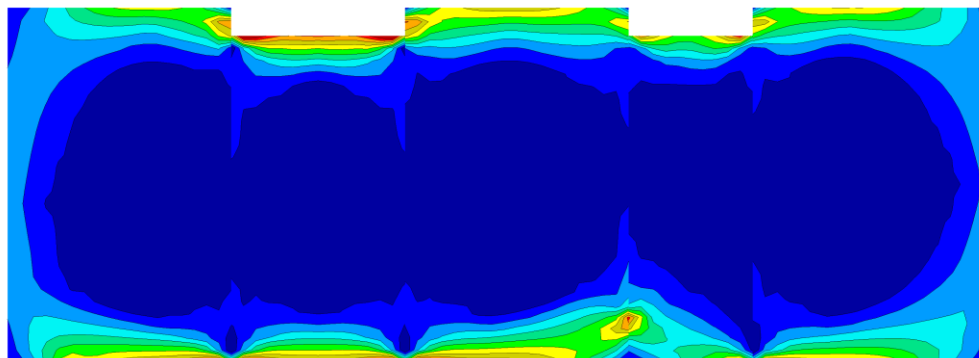
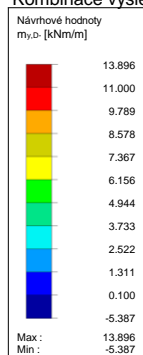
### Model A – $m_{y,D}$ [kN/m]

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b

Ve směru Z

Plochy Návrhové vnitřní síly  $m_{y,D}$ ,-

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Obr. 7.7 Návrhové momenty ve směru Y při horním povrchu desky – model A

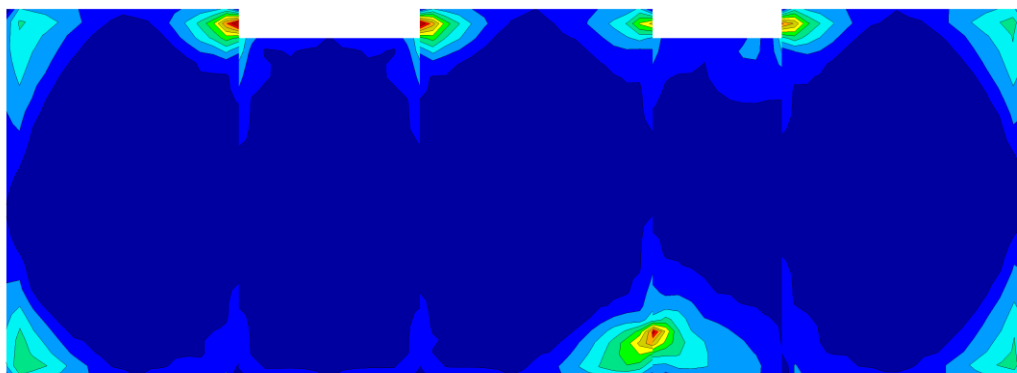
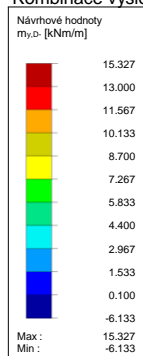
### Model B – $m_{y,D}$ [kN/m]

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b

Ve směru Z

Plochy Návrhové vnitřní síly  $m_{y,D}$ ,-

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

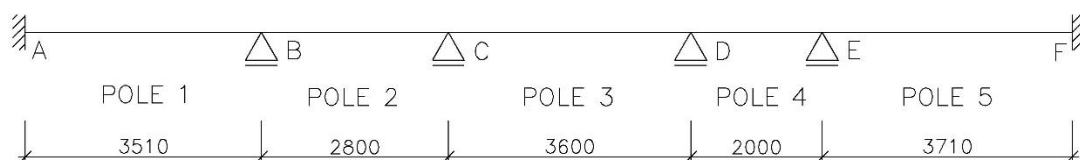


Obr. 7.8 Návrhové momenty ve směru X při horním povrchu desky – model B

U modelu A jsou patrné výrazné momenty u vetknutých okrajů desky. U modelu B vznikají momenty nad krátkou stěnou, která tvoří částečnou vnitřní podporu desky a kroutící momenty v rozích deskových polí.

## 8 RUČNÍ VÝPOČET

Konstrukce stropní desky je uvažována jako spojitá křížem vyztužená po obvodě podepřená deska. Vnitřní podpory tvoří ztužující žebra, která lze podle ověření poddajnosti viz P.03 Statický výpočet považovat jako nepoddajné.



Obr. 8.1 Statické schéma konstrukce pro ruční výpočet vnitřních sil

Ruční výpočet je zpracován vhodnou zjednodušující metodou. Pro výpočet byla použita Metoda náhradních nosníků pro rozdělení zatížení do příslušných směrů a následný výpočet vnitřních sil je vypočítán Metodou třímomentových rovnic.

Desková pole 1, 2, 3, 5 splňují podmínku pro obousměrně pnuté desky, kdy delší rozpětí má být maximálně dvojnásobek kratšího rozpětí. Pole 4 tuto podmínku nesplňuje při výpočtu rozdělovacího součinitele  $C_{x,4}$  je patrné, že deskové pole přenáší veškeré zatížení (97,7%) ve směru kratšího rozpětí (směr X).

Podrobný ruční výpočet kombinace CO1 je uveden v příloze P.03 Statický výpočet. Kombinace CO2 až CO7 jsou vypočteny podle stejné metodiky jako CO1 v programu MS Office Excel. V Tab.8.1 jsou porovnány výsledky. V tabulce jsou uvedeny výsledky ručního výpočtu bez použití součinitele  $\kappa$  podle Hrubana [3] a s použitím součinitele  $\kappa$ .

Výsledky vypočtené zjednodušující metodou se výrazně neliší od výsledků vypočtených v programu Dlubal RFEM 5.06.



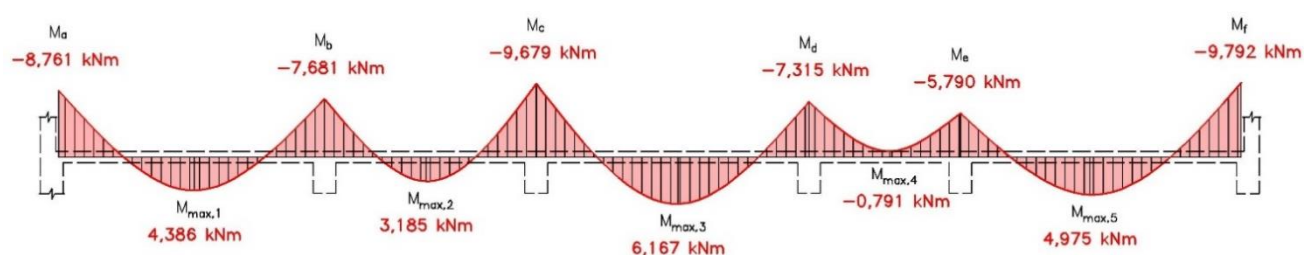
## 8.1 Porovnání s výsledky z programu Dlubal RFEM 5.06

CO1: ZS1 + ZS2

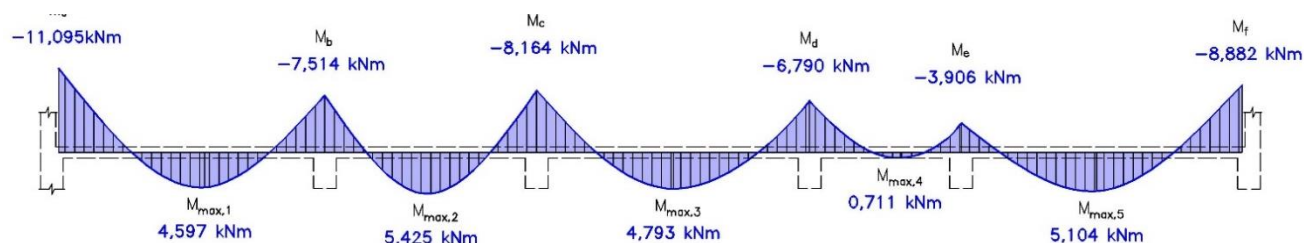
ZS1: stálé zatížení

ZS2: Užitné zatížení – plné

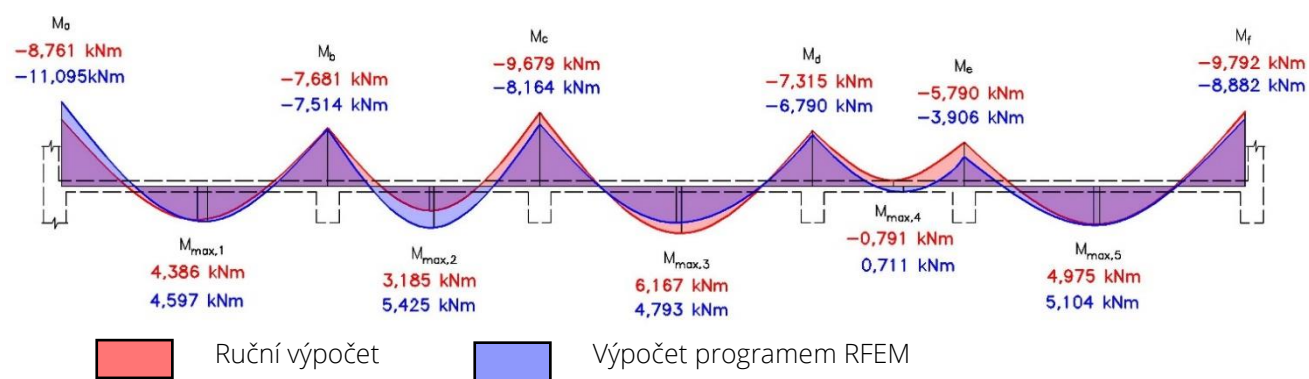
Obr. 8.4 Schéma průběhu momentů vypočtených programem RFEM 5.06 pro CO1



Obr. 8.2 Schéma průběhu momentů vypočítaných ručním výpočtem pro CO1



Obr. 8.3 Schéma průběhu momentů vypočítaných programem RFEM pro CO1

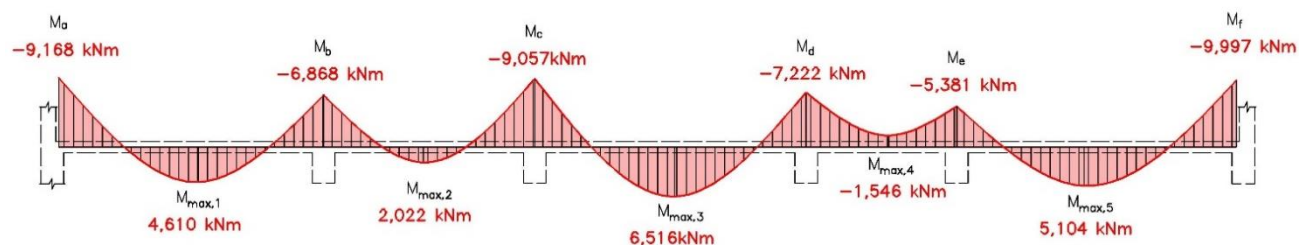


Obr. 8.5 Porovnání průběhů momentů vypočtených ručním výpočtem a programem RFEM pro CO1

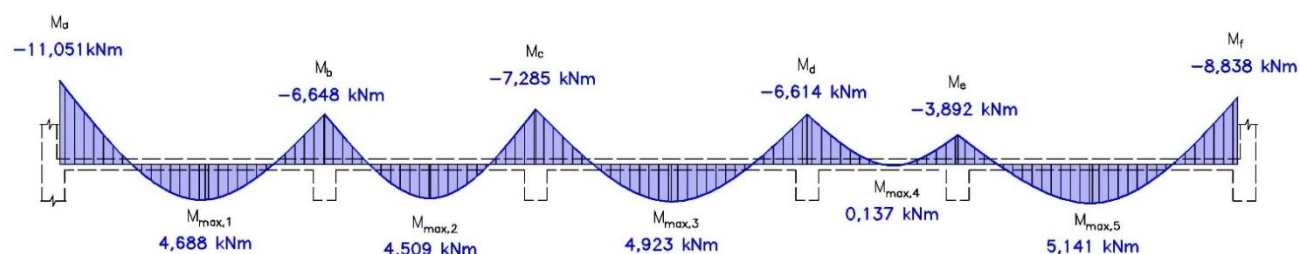
## CO2: ZS1 + ZS2

ZS1: stálé zatížení

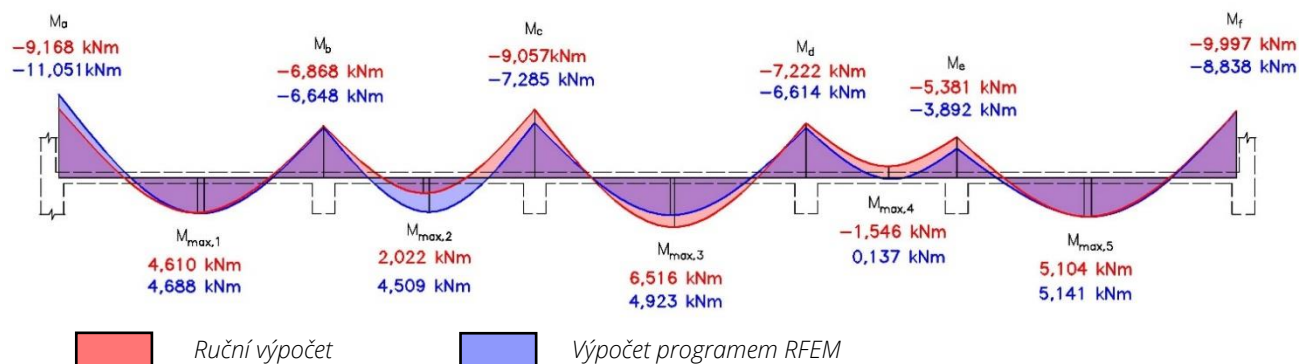
ZS3: Užité zatížení – šach 1



Obr. 8.6 Schéma průběhu momentů vypočítaných ručním výpočtem pro CO2



Obr. 8.7 Schéma průběhu momentů vypočítaných programem RFEM pro CO2



Obr. 8.8 Porovnání průběhů momentů vypočtených ručním výpočtem a programem RFEM pro CO2

Porovnání výsledků vypočtených Metodou konečných prvků programem Dlubal RFEM 5.06 a výsledků vypočtených ručním výpočtem. V tabulce jsou porovnány momenty nad podporami a v polích pro kombinace CO1 až CO7. Výsledky ručního výpočtu bez použití součinitele  $\kappa$  podle Hrubana [3] a s použitím součinitele  $\kappa$ .

		$M_a$ [kNm]	$M_{\max,1}$ [kNm]	$M_b$ [kNm]	$M_{\max,2}$ [kNm]	$M_c$ [kNm]	$M_{\max,3}$ [kNm]	$M_d$ [kNm]	$M_{\max,4}$ [kNm]	$M_e$ [kNm]	$M_{\max,5}$ [kNm]	$M_f$ [kNm]
CO1	MKP	-11,095	4,597	-7,514	5,425	-8,164	4,793	-6,790	0,711	-3,906	5,104	-8,882
	MNN	-8,761	4,386	-7,681	3,185	-9,679	6,167	-7,315	-0,791	-5,790	4,975	-9,792
	MNN <sup>1)</sup>	-8,761	3,963	-7,681	2,942	-9,679	5,550	-7,315	-0,758	-5,790	4,457	-9,792
CO2	MKP	-11,051	4,688	-6,648	4,509	-7,285	4,923	-6,614	0,137	-3,892	5,141	-8,838
	MNN	-9,168	4,610	-6,868	2,022	-9,057	6,516	-7,222	-1,546	-5,381	5,104	-9,997
	MNN <sup>1)</sup>	-9,168	4,165	-6,868	1,868	-9,057	5,864	-7,222	-1,482	-5,381	4,572	-9,997
CO3	MKP	-8,652	3,376	-7,148	5,785	-7,691	3,481	-5,221	1,209	-2,634	3,755	-6,772
	MNN	-6,289	3,148	-7,070	4,036	-8,568	4,522	-5,978	0,307	-4,906	3,651	-7,232
	MNN <sup>1)</sup>	-6,289	2,844	-7,070	3,729	-8,568	4,069	-5,978	0,294	-4,906	3,271	-7,232
CO4	MKP	-11,104	4,578	-7,434	5,635	-7,780	3,487	-5,216	1,206	-2,634	3,755	-6,772
	MNN	-8,588	4,296	-8,027	3,662	-8,337	4,591	-6,055	0,279	-4,889	3,656	-7,240
	MNN <sup>1)</sup>	-8,588	3,881	-8,027	3,383	-8,337	4,131	-6,055	0,267	-4,889	3,275	-7,240
CO5	MKP	-8,644	3,371	-7,230	5,625	-8,087	4,847	-6,657	0,124	-3,892	5,140	-8,837
	MNN	-6,474	3,238	-6,698	3,547	-10,010	6,225	-6,904	-1,437	-5,447	5,082	-9,964
	MNN <sup>1)</sup>	-6,474	2,925	-6,698	3,277	-10,010	5,602	-6,904	-1,377	-5,447	4,553	-9,964
CO6	MKP	-11,051	4,683	-6,647	4,508	-7,291	4,887	-6,666	0,981	-2,665	3,754	-6,763
	MNN	-9,146	4,598	-6,912	2,080	-8,886	6,305	-7,796	-0,308	-4,525	3,765	-7,422
	MNN <sup>1)</sup>	-9,146	4,154	-6,912	1,922	-8,886	5,674	-7,796	-0,295	-4,525	3,373	-7,422
CO7	MKP	-8,520	3,376	-7,148	5,786	-7,687	3,468	-5,307	0,947	-3,875	5,101	-8,891
	MNN	-6,298	3,153	-7,051	4,011	-8,640	4,615	-5,738	-0,191	-6,120	4,874	-9,627
	MNN <sup>1)</sup>	-6,298	2,848	-7,051	3,706	-8,640	4,153	-5,738	-0,183	-6,120	4,366	-9,627

Tab. 8.1 Porovnání momentů vypočtených ručním výpočtem a programem RFEM

MKP – hodnoty vypočtené Metodou konečných prvků

MNN – hodnoty vypočtené Metodou náhradních nosníků

MNN<sup>1)</sup> – hodnoty vypočtené Metodou náhradních nosníků s použitím součinitele  $\kappa$  zohledňující vliv kroutících momentů v poli

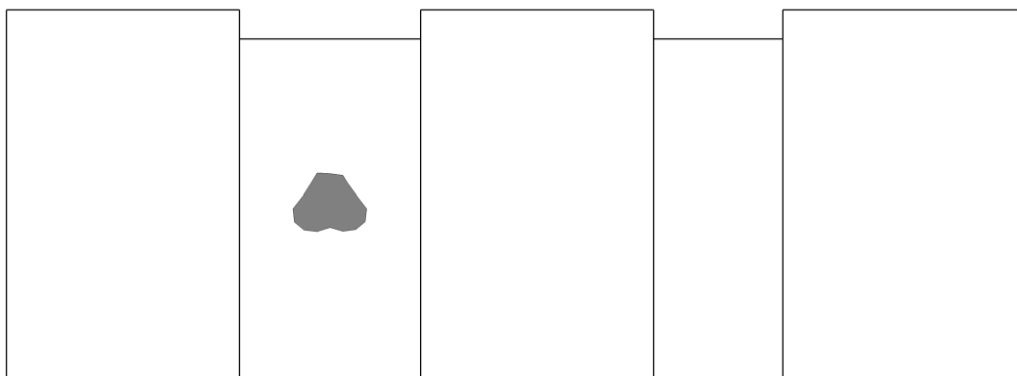
## 9 NÁVRH VÝZTUŽE

Návrh výztuže je proveden na vnitřní síly vypočítané Metodou konečných prvků na modelu A. Vlastní návrh výztuže viz příloha B) Statický výpočet. Návrh výztuže proveden na 1. mezní stav únosnosti podle ČSN EN 1992-1-1 [7]

Ve stropní desce D1 je navržena základní síť o  $A_{s,0}$  a  $M_{Rd,0}$ . Základní síť u obou povrchů ve směru X a Y je navržena z prutů o průměru  $\Phi 6$  mm a rozteči 200 mm s ohledem na minimální stupeň vyztužení. Místa kde návrhové momenty nepokryje základní síť  $M_{Ed,i} > M_{Rd,0}$  jsou navrženy příložky jako dodatečné vyztužení mezi pruty základní sítě.. Dodatečné vyztužení je navrženo z prutů o průměru  $\Phi 6$  mm a o průměru  $\Phi 10$  mm.

Na Obr.9.1 je příklad oblasti, kde je nutný návrh dodatečné výztuže. Příklad stanovení hodnoty návrhového momentu v této oblasti je uveden na Obr. 9.2. Všechny návrhové momenty v oblastech nutného byly podrobně stanoveny podle stejného postupu.

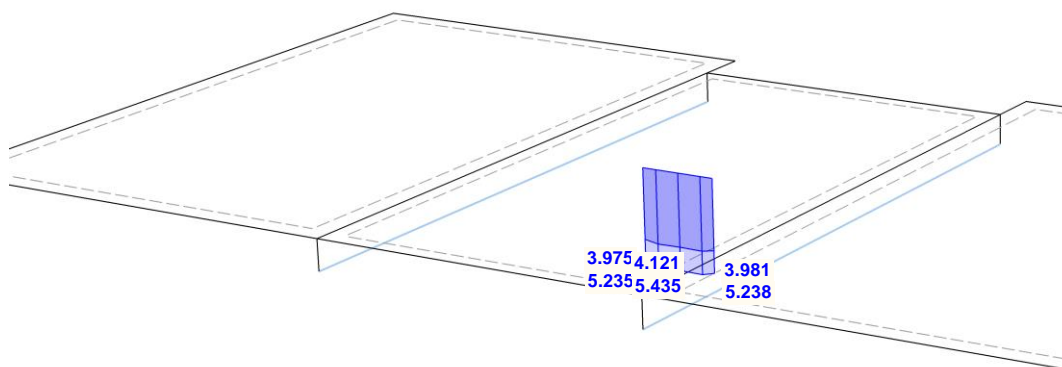
KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b  
Plochy Návrhové vnitřní síly m-y,D,+  
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Obr. 9.1 Oblast nutného návrhu dodatečné výztuže ve směru Y při spodním povrchu desky

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b  
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty  
Hodnoty: m-y,D,+ [kNm/m]

Izometrie



Obr. 9.2 Určení návrhového momentu dodatečné výztuže ve směru Y při spodním povrchu desky

# ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byla statická analýza stropní konstrukce nad 1NP. Návrh výztuže desky a ztužujících trámů. Ke statickému výpočtu jsou dále zpracovány výkresy výztuže a výkres tvarů stropní desky nad 1NP. Vlastnímu návrhu výztuže železobetonových prvků předcházet výpočet vnitřních sil programem Dlubal RFEM 5.06 a ruční ověření vnitřních sil zjednodušující metodou. Pro porovnání byly vytvořeny dva modely konstrukce. Výsledky vypočítané zjednodušující metodou se výrazně neliší. Rozdíl mezi danými výsledky může částečně způsoben rozdílným způsobem modelování zatížení příčkami. Dimenzování bylo provedeno na návrhové vnitřní síly vypočtené na modelu A.

Bakalářská práce má pro mě značný přínos. Samostatná práce na modelu konstrukce a následné vyhodnocení výsledků mi pomohla k bližšímu seznámení s programem pracujícím na principu Metody konečných prvků. Rovněž jsem se dozvěděl přínosné informace o navrhování betonových konstrukcí.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

## ODBORNÁ LITERATURA

- [1] PROCHÁZKA, Jaroslav. Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knižnice (ČKAIT). ISBN 9788087438039.
- [2] ZICH, Miloš. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Praha: Dashöfer, 2010. ISBN 9788086897387.
- [3] ZICH, Miloš a Zdeněk BAŽANT. Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. ISBN 9788072046935.
- [4] ŠTĚPÁNEK, CSC., Prof. RNDr. Ing. Petr, Prof. Ing. Ivaiolo TERZIJSKI, CSC., Ing. Ivana LANÍKOVA, PHD., Ing. Josef PANÁČEK a Ing. Petr ŠIMŮNEK, PHD. BL001 – Prvky betonových konstrukcí: Výukové texty, příklady a pomůcky [online]. Brno, 2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: [http://www.fce.vutbr.cz/BZK/studenti/BL001/BL001\\_skripta.pdf](http://www.fce.vutbr.cz/BZK/studenti/BL001/BL001_skripta.pdf)

## PŘEDPISY

- [5] ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [6] ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [7] ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [8] ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [9] ČSN EN ISO 3766: Výkresy stavebních konstrukcí - Kreslení výztuže do betonu. Praha: Český normalizační institut, 2004.

# SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 5.1 Model A – liniově podepřená deska – částečné vetknutí.....	16
Obr. 5.2 Model B – liniově podepřená deska – kloubové uložení.....	16
Obr. 6.1 Stálé zatížení: Vlastní tíha + Ostatní stálé zatížení .....	17
Obr. 6.2 Stálé zatížení: příčky.....	17
Obr. 6.3 Stálé zatížení: CETRIS pohled a skladba trámů.....	18
Obr. 6.4 Užité zatížení – plné .....	18
Obr. 6.5 Užité zatížení – šach 1 .....	18
Obr. 6.6 Užité zatížení – šach 2 .....	18
Obr. 6.7 Užité zatížení – šach 3 .....	19
Obr. 6.8 Užité zatížení – šach 4 .....	19
Obr. 6.9 Užité zatížení – šach 5 .....	19
Obr. 6.10 Užité zatížení – šach 6 .....	19
Obr. 7.1 Návrhové momenty ve směru X při spodním povrchu desky – model A.....	20
Obr. 7.2 Návrhové momenty ve směru X při spodním povrchu desky – model B.....	20
Obr. 7.3 Návrhové momenty ve směru Y při spodním povrchu desky – model A.....	21
Obr. 7.4 Návrhové momenty ve směru Y při spodním povrchu desky – model B.....	21
Obr. 7.5 Návrhové momenty ve směru X při horním povrchu desky – model A.....	22
Obr. 7.6 Návrhové momenty ve směru X při horním povrchu desky – model B.....	22
Obr. 7.7 Návrhové momenty ve směru Y při horním povrchu desky – model A.....	23
Obr. 7.8 Návrhové momenty ve směru X při horním povrchu desky – model B.....	23
Obr. 8.1 Statické schéma konstrukce pro ruční výpočet vnitřních sil .....	24
Obr. 8.2 Schéma průběhu momentů vypočítaných ručním výpočtem pro CO1 .....	25
Obr. 8.3 Schéma průběhu momentů vypočítaných programem RFEM pro CO1 .....	25
Obr. 8.4 Schéma průběhu momentů vypočtených programem RFEM 5.06 pro CO1 .....	25
Obr. 8.5 Porovnání průběhů momentů vypočtených ručním výpočtem a programem RFEM pro CO1 .....	25
Obr. 8.6 Schéma průběhu momentů vypočítaných ručním výpočtem pro CO2.....	26
Obr. 8.7 Schéma průběhu momentů vypočítaných programem RFEM pro CO2 .....	26
Obr. 8.8 Porovnání průběhů momentů vypočtených ručním výpočtem a programem RFEM pro CO2 .....	26
Obr. 9.1 Oblast nutného návrhu dodatečné výztuže ve směru Y při spodním povrchu desky .....	28
Obr. 9.2 Určení návrhového momentu dodatečné výztuže ve směru Y při spodním povrchu desky .....	28

# SEZNAM TABULEK

Tab. 8.1 Porovnání momentů vypočtených ručním výpočtem a programem RFEM .....	27
---	----



## SEZNAM ZKRATEK

$A_{cc}$	plocha tlačeneho betonu
$A_{s,0}$	plocha výztuže základní sítě
$A_{s,i}$	plocha výztuže v posuzovaném průřezu i
$A_{s,max}$	maximální plocha výztuže
$A_{s,min}$	minimální plocha výztuže
$A_{s,req}$	požadovaná plocha výztuže
$A_{sf}$	plocha výztuže na podélný smyk
$A_{sw}$	plocha smykové výztuže
$b_{eff,i}$	spolupůsobící šířka i-tého trámu
$b_w$	nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti
$c$	krytí výztuže betonovou vrstvou
$CO$	kombinace zatížení
$C_{x,i}$	součinitel rozdělení zatížení
$d$	účinná výška průřezu
$D1$	deska
$E_{cm}$	sečnový modul pružnosti betonu
$E_s$	modul pružnosti oceli
$F_{cc}$	tlakové síla v betonu
$f_{cd}$	návrhová pevnost betonu v tlaku
$f_{ck}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku
$f_{ctd}$	návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu
$f_{ctk0,05}$	5 % kvantil charakteristické pevnosti v tahu
$f_{ctm}$	střední pevnost betonu v tahu
$f_d$	návrhová hodnota zatížení
$F_{st}$	tahová síla ve výztuži
$f_{yd}$	návrhová hodnota meze kluzu betonářské výztuže
$f_{yk}$	charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže
$g_d$	návrhová hodnota stálého zatížení
$g_k$	charakteristická hodnota stálého zatížení
$G_{k,j}$	stálé zatížení
$h$	výška trámu

$h_f$	výška přírub v místě napojení na stojinu
$h_s$	tloušťka stropní desky
$h_{s,min}$	minimální tloušťka stropní desky
$I$	moment setrvačnosti
$I_{b,i}$	moment účinného průřezu ztužujícího trámu
$I_{s,i}$	moment setrvačnosti desky
k.ú.	katastrální úřad
$L_1, L_2$	rozpětí desky ve směru x a ve směru y
$l_{bd}$	návrhová kotevní délka výztuže
$l_{bd,min}$	minimální kotevní délka výztuže
$l_{bd,req}$	požadovaná kotevní délka výztuže
$l_{eff,x,i}$	efektivní rozpětí i-tého pole ve směru x
$l_{eff,y,i}$	efektivní rozpětí i-tého pole ve směru y
$l_{n,i}$	světlé rozpětí i-tého pole
$L_x$	rozpětí ve směru x
$L_y$	rozpětí ve směru y
$M_{Ed,i}$	návrhový moment v i-tém průřezu
$M_i$	moment v i-tém průřezu
MKP	metoda konečných prvků
$M_{max,1}$	maximální moment v poli 1
$M_{max,2}$	maximální moment v poli 2
$M_{max,3}$	maximální moment v poli 3
$M_{max,4}$	maximální moment v poli 4
$M_{max,5}$	maximální moment v poli 5
MNN	metoda náhradních nosníků
$M_{Rd,0}$	moment únosnosti základní sítě
$M_{Rd,i}$	moment únosnosti v posuzovaném průřezu
$m_{x,D-}$	návrhová hodnota momentů ve směru X při horním okraji desky
$m_{x,D+}$	návrhová hodnota momentů ve směru X při spodním okraji desky
$m_{y,D-}$	návrhová hodnota momentů ve směru y při horním okraji desky
$m_{y,D+}$	návrhová hodnota momentů ve směru y při spodním okraji desky
n.o.	neutrální osa

$p$	plné rovnoměrné zatížení desky
parc. č.	parcelní číslo
$p_x$	rozdělení rovnoměrné zatížení ve směru x
$p_y$	rozdělení rovnoměrné zatížení ve směru y
$q_d$	návrhová hodnota proměnného zatížení
$q_k$	charakteristická hodnota proměnného zatížení
$Q_{k,1}$	hlavní proměnné zatížení
$Q_{k,i}$	vedlejší proměnné zatížení
$R_i$	reakce i-té podpory
$s$	podélná vzdálenost třmínků
$s_f$	vzdálenost prutů příčné výztuže
$s_{l,max}$	maximální podélná vzdálenost třmínků
$s_{max}$	maximální vzdálenost výztuže
$s_n$	minimální světlá vzdálenost výztuže
$s_{t,max}$	maximální příčná vzdálenost větví třmínků
$T_1$	trám 1
$T_2$	trám 2
$T_3$	trám 3
$T_4$	trám 4
$v_1$	redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
$V_i$	posouvající síla
$V_{Rdc}$	návrhová smyková únosnost betonu a podélného průřezu
$w_x$	průhyb ve směru x
$w_y$	průhyb ve směru y
$x$	poloha neutrální osy
$z_c$	rameno vnitřních sil
$z_g$	souřadnice těžiště ve směru z k vybrané pomocné ose
$ZS$	zatěžovací stav
$ZŠ$	zatěžovací šířka
$\alpha$	součinitel ztužení
$\gamma$	objemová (plošná) tíha materiálu
$\gamma_c$	součinitel vlastností betonu

$\gamma_{Gk,j}$	dílčí součinitel pro stálé zatížení
$\gamma_{Qk,j}$	dílčí součinitel pro proměnné zatížení
$\gamma_s$	součinitel vlastností oceli
$\Delta F_d$	změna normálové síly v přírubě na délce $\Delta x$
$\Delta x$	polovina vzdálenosti mezi průřezem s maximálním a nulovým momentem
$\epsilon_{cu3}$	mezí poměrné přetvoření betonu
$\epsilon_s$	poměrné přetvoření výztuže
$\kappa$	součinitel podle Hrubana
$v_{min}$	minimální smykové napětí
$v_{Ed}$	smykové napětí
$\rho_l$	stupeň vyztužení podélnou výztuží
$\rho_w$	stupeň vyztužení smykovou výztuží
$\rho_{w,min}$	minimální stupeň vyztužení smykovou výztuží
$\Sigma$	součet
$\sigma_{sd}$	návrhové napětí v prutu v místě, od kterého se měří kotevní délka
$\Phi$	průměr betonářské výztuže
$\psi_{q,0}$	kombinační součinitel zatížení

# SEZNAM PŘÍLOH

## P1. Použité podklady

P1.01	Základy	M1:100
P1.02	Půdorys 1.NP	M1:100
P1.03	Půdorys 2.NP	M1:100
P1.04	Půdorys 3.NP	M1:100
P1.05	Řez A+B	M1:100
P1.06	Pohledy	M1:100

## P2. Výkresy tvarů a výztuže

P2.01	VÝKRES TVARŮ STROPU NAD 1NP	M1:50
P2.02	VÝKRES VÝZTUŽE DESKY D1 – PŘI SPODNÍM POVRCHU	M1:25
P2.03	VÝKRES VÝZTUŽE DESKY D1 – PŘI HORNÍM POVRCHU	M1:25
P2.04	VÝKRES VÝZTUŽE TRÁMŮ T1, T2	M1:20
P2.05	VÝKRES VÝZTUŽE TRÁMU T3	M1:20
P2.06	VÝKRES VÝZTUŽE TRÁMU T4	M1:20

## P.3 Statický výpočet